Zum Gebirgsbau der „Centralmasse des Wallis“

(Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur)

von

Dr. Carl Diener,
Privatdocent an der k. k. Universität in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Jänner 1889.)

Als „Centralmasse des Wallis“ bezeichnete Desor[1] das Gneissgebiet zwischen dem Grossen St. Bernhard im W. und den Visperthälern im O., dessen Mittelpunkt die Hochgebirgskämme in der Umrandung des Val d'Hérens bilden. Unter dem Namen „Centralmasse der Dent Blanche“ beschrieb dasselbe später Gerlach[2] in ausführlicher Weise. Übereinstimmend mit Desor und Studer fasste auch er jenen mächtigen Complex von Glimmer-Talk-Gneiss, der die grossen Gipfel im Hintergrunde des Val de Bagnes, Val d'Hérens, Eifischthales und Nicolaithales, wie Rouinette, Dent Blanche, Matterhorn und Weisshorn, zusammensetzt und nach seinem Hauptverbreitungsbezirke den Namen „Arollagneiss“ erhielt, als den eigentlichen Kern des Massivs auf, der dem Protogin des Montblanc vergleichbar, die krystallinischen Schiefer an den Rändern überschob. Zu wesentlich anderen Schlussfolgerungen gelangte Giordano[3] durch

---

[1] Desor: „Der Gebirgsbau der Alpen.“ Wiesbaden 1865, S. 18.

[2] H. Gerlach: „Die Penninischen Alpen.“ Neue Denkschr. d. allg. Schweizer Ges. Bd. XXIII. S. 1—132 und „Das südwestliche Wallis.“ Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. IX. Lief. Bern 1871.

[3] F. Giordano: „Sulla orografia e sulla geologica costituzione del Gran Cervino.“ Torino 1869, und „Notice sur la constitution géologique du Mont Cervin.“ Tiré des Archives d. sciences de la Bibl. universelle de Genève, Mars 1869.

seine Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse am Matterhorn, indem er im Gegensatze zu Gerlach den Arolla-Gneiss nicht als das tiefste Glied der krystallinischen Schieferreihe, sondern als eine jüngere Bildung betrachtete, die dem System der älteren krystallinischen Gesteine normal in der Form einer flachen Mulde aufliege. Beide Anschauungen über den Gebirgsbau des mittleren Wallis stehen einander heute noch unvermittelt gegenüber, ohne dass neue Beobachtungen zu Gunsten der einen oder anderen seither den Ausschlag gegeben hätten.

In der nachfolgenden Darstellung hoffe ich einen Beitrag zu der Lösung der Streitfrage über die Lagerung der Arolla-Gneisse zu liefern. Die Untersuchungen, deren Resultate ich hier mittheile, wurden im verflossenen Sommer ausgeführt und erstreckten sich theils auf das Centrum, theils auf die Randzone des Gneissgebietes, da ich ein zutreffendes Bild der Structur nur aus einer solchen Combination gewinnen zu können glaubte. Als Beobachtungsgebiet im Centrum des Massivs wählte ich die Kette der Dents d'Arolla, die an den Dents des Bouquetins (3848 *m* und 3883 *m*) von dem Hauptkamme der Penninischen Alpen rechtwinklig gegen N. vorspringend, das Val d'Arolla und Val Ferpècle scheiden und deren schroffe, von grossen Schneeauflagerungen entblösste Wandabstürze instructive Aufschlüsse versprachen. Auch erwartete ich hier am ehesten Anhaltspunkte für Gerlach's Vermuthung einer Fächerstructur der Arolla-Gneisse zu gewinnen, da Bonney[1] einer an Fächerstructur erinnernden Schichtstellung in jenem Kamme ausdrücklich erwähnt und auch eine jener Mittheilung beigefügte Zeichnung dies zu bestätigen schien.

Den ersten Einblick in die Structur der Kette der Dents gewann ich auf dem Pigno d'Arolla (3801 *m*), einem für die Übersicht der Centralmasse ausnehmend günstig gelegenen Gipfel in der südlichen Umrandung des Val d'Arolla. Von hier aus überschaut man den ganzen Kamm der Dents, dessen ausgeprägteste Erhebungen von S. nach N. gezählt: Dents de Bertol (3556 *m* und 3507 *m*), Pointe des Doves Blanches (3662 *m*) Aiguille de la Za (3673 *m*), Dent de Zallion (3518 *m*), Dent Perroc (3680 *m*), Grande und Petite Dent de Veisivie (3425 *m*

[1] Alpine Journal VIII. S. 18.

und 3189*m*)[1] darstellen. Alle diese Gipfel bestehen bis zur Thalsohle herab aus Arolla-Gneiss, der schon aus weiter Entfernung eine ausgesprochen bankförmige Structur erkennen lässt. An der Dent Perroc sieht man die Gneissplatten sehr steil gegen S. einschiessen, während sie in dem Kammstück zwischen Dent de Zallion und Aiguille de la Za an der Gratlinie selbst senkrecht stehen und gegen den Glacier de la Za in bogenförmiger Krümmung allmälig nördliches Einfallen annehmen.

So entsteht ein Bild, das in der That der Typus der Fächerstructur in ausgezeichneter Weise an sich trägt. In den Wandpartien zwischen Dent de Zallion und Pointe des Doves Blanches ist die Erscheinung besonders auffallend. Die eigenthümlich geschweiften Curven, welche die Gneissplatten hier beschreiben, treten umso schärfer hervor, als auch die beiden grossen Schneerinnen, die vom Glacier de la Za zu den Scharten im N. und S. der Aiguille de la Za emporziehen, in ihrem Verlaufe denselben folgen. Auch die Felsnadel der Aiguille de la Za, die in ihren Contouren an die Granitzacken des Montblanc-Massivs erinnert, ist nur das durch die Denudation modellirte Ausgehende einer solchen senkrecht gestellten Gneissplatte.[2]

So ist der erste Eindruck in der landschaftlichen Diagnose wohl geeignet, die Annahme einer Fächerstructur für den Gebirgsbau der Kette der Dents zu rechtfertigen und diese Annahme ist in der That von Gerlach und Bonney gemacht worden. Neben der erwähnten, ausgesprochenen, fächerförmigen Plattung jedoch lässt der Arolla-Gneiss der Kette der Dents noch eine andere Erscheinung bei genauer Betrachtung erkennen. In der südlichen Wand der Perroc tritt stellenweise, besonders gegen den höchsten Gipfel zu, eine allerdings meist nur schwach angedeutete Schichtung hervor, die im Gegensatze zu der scharf ausgeprägten steilen Plattung der Gneissmasse in fast horizontaler Richtung verläuft. Weitere Andeutungen einer solchen

---

[1] Als Grundlage für die topographischen Verhältnisse des hier geschilderten Gebietes dienen die Blätter 528, 531, 533 und 535 des „Topographischen Atlas der Schweiz."

[2] In dem Panorama des Pigno d'Arolla von A. Cust (Alpine Journa VIII. Frontispice), so wie auf einer Zeichnung desselben Autors (ibid. p. 15 ist diese Structur deutlich wahrzunehmen.

Schichtung sind ferner in der Dent de Zallion sichtbar, vor allem aber in dem gewaltigen Wandabsturz, den die Pointe des Doves Blanches (3662 *m*) gegen den Glacier de la Za bildet. Namentlich der letztere scheint, vom Pigno d'Arolla oder auf dem Wege zum Pas des Chèvres gesehen, aus vielfach gewellten und gekrümmten, bald mehr bald minder mächtigen Schichten zu bestehen, die bei aller Unregelmässigkeit im Detail, im grossen Ganzen doch flache Lagerung aufweisen.[1]

Eine Lösung der Frage, welche von den beiden, einander entgegengesetzten Plattungen der Gneissmasse als wahre Schichtung anzusehen sei, konnte nur durch Untersuchung an Ort und Stelle herbeigeführt werden. Zu diesem Zwecke wurden an den folgenden Tagen die drei Hauptgipfel der Kette, Dent Perroc (3680 *m*), Aiguille de la Za (3673 *m*) und Pointe des Doves Blanches (3662 *m*) erstiegen. Die Beobachtungen an den beiden letzteren gaben die gewünschten Resultate in einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise.

Die ganzen westlichen Abhänge der Pointe des Doves Blanches bestehen aus einem flach liegenden Schichtsystem, an dessen Aufbau Glimmer-Talk-Gneisse von bald lichter bald dunkler, grünlicher Färbung Antheil nehmen, die mit Bändern von Talkschiefer und Quarz wechsellagern. Die Trennungsflächen zwischen den aus verschiedenem Gesteinsmaterial bestehenden Bänken entsprechen den wahren Schichtflächen und der Verlauf derselben liefert den unzweideutigen Beweis für die bei aller Unregelmässigkeit im Detail vorherrschend flache Lagerung der Gneissmasse. Eines der meisterhaften Photogramme, die Vittorio Sella auf dem Gipfel der Aiguille de la Za aufnahm (Nr. 277), gewährt eine vorzügliche Ansicht dieser Verhältnisse. In diesem Bilde fällt sofort eine, im allgemeinen flach liegende Bank von Quarz auf, die in mehreren welligen Biegungen die nordöstliche Wand der Pointe des Doves Blanches durchzieht und in ihrem Hangenden und Liegenden von einem dunkelgrünen Talkgneiss eingefasst, sich aus ihrer Umgebung mit grosser Schärfe hervorhebt.

[1] Vergl. Taf. I. und die dem Aufsatze: „Drei Hochgipfel des Val d'Arolla" (Mitth. d. Deutsch. und Österr. Alpenvereins 1889 Nr. 1) beiliegende Illustration.

Die eben beschriebene Schichtung setzt nach N. in den Körper der Aiguille de la Za fort und kann man hier deutlich beobachten, wie das steile, gegen N. bogenförmig geschwungene Kluftsystem, das den Eindruck der Fächerstructur hervorruft, alle verschiedenen Gesteinsglieder, die an der Zusammensetzung des Kammes sich betheiligen, gleichförmig durchsetzt. Die gleiche Beobachtung kann man an den westlichen Abhängen der Pointe des Doves Blanches gegen den gleichnamigen Gletscher zu, machen. Auch auf den Gipfeln der Dent de Zallion und Dent Perroc tritt neben der viel deutlicher ausgeprägten Absonderung in senkrechte Platten, flache Lagerung der eigentlichen Schichten hervor und ebenso erkennt man in den zum Glacier du Mont-Miné abstürzenden Wänden der Dents des Bouquetins eine Gliederung in horizontal liegende Gesteinsschichten.

Die Fächerstructur in der Kette der Dents ist somit nur eine scheinbare, hervorgerufen durch eine ausgezeichnete Cleavage in verticaler Richtung. Dem Beobachter, dessen Untersuchungen sich auf den Thalboden beschränken, springt der Effect dieser Cleavage viel stärker ins Auge, als die wahre Schichtung, die erst aus der Untersuchung der in die Schneeregion aufragenden Gipfelpartien des Gebirges erkannt wird. Als entscheidend für die Erkenntnis der wahren Schichtung ist anzusehen, dass dieselbe mit der Anordnung der Gesteinsbänke, entsprechend ihrem Material, zusammenfällt, während die senkrechte Plattung, von dem Gesteinswechsel unbeeinflusst, durch lichte und dunkle, grob- und feinkörnige Arolla-Gneisse, Quarzbänder und Talkschiefer gleichmässig hindurchgeht. Die wahre Schichtung der Gneissmasse in der Kette der Dents weist auf eine flache Lagerung hin und erstreckt sich diese flache Lagerung in dem bezeichneten Profil fast quer über den ganzen Kern des Centralmassivs, von der Dent Perroc bis zu den Dents des Bouquetins also über eine Erstreckung von mindestens 7 Kilometern, während man Gerlach's Anschauungen über die Structur dieses Gebietes zufolge, allenthalben steile Schichtstellung erwarten müsste.

Es liegt nahe anzunehmen, dass auch in anderen Theilen des Verbreitungsgebietes der Arolla-Gneisse die senkrechte Schichtstellung der Gneisse nur eine scheinbare, durch Cleavage bewirkte

sei, z. B. an der Dent Blanche (4364 *m*), wo die verticale Plattung übrigens weniger ausgeprägt ist, oder auf La Sengla (3702 *m*), deren Abhänge gegen Valpellina eine Gliederung der Gneissmasse durch sehr steil N. fallende Kluftflächen erkennen lassen.

Für das Studium des Baues der Randzone des sogenannten Centralmassivs der Dent Blanche ist ein Profil durch das Nicolaithal besonders lehrreich. Die tiefsten Schichtglieder in der Umrandung dieses Thales bilden die Gneisse und Glimmerschiefer des Monte Rosa, deren Kern, wie Giordano und Gastaldi dies in durchaus zutreffender Weise geschildert haben, ein Mantel von krystallinischen Schiefern umhüllt. Diese Schieferhülle, welche Gastaldi als „Zone der grünen Gesteine", Giordano als „Formation calcaréo-serpentineuse" bezeichnete, gliedert sich in den Walliser Alpen, soweit meine Erfahrungen in den Dransethälern, dem Val d'Hérens, Nicolaithal, Saasthal, Aostathal und am Simplon mir ein Urtheil hierüber gestatten, in zwei Abtheilungen, die jedoch durch mannigfache Übergänge zu einem einheitlichen Complex verbunden erscheinen. In der tieferen Abtheilung spielen neben echten Glimmerschiefern und Kalkphylliten die eigentlichen „grünen Gesteine" Studer's, Chloritschiefer, Hornblendeschiefer, Gabbro, Serpentin und andere die Hauptrolle. Untergeordnet finden sich auch Talk- und Glimmergneisse, wie bei Randa oder im Saasgrat. In der höheren Abtheilung dagegen treten die grünen Gesteine zurück. Kalkphyllite und eingeschaltete Bänke von Kalksteinen von zum Theil sehr bedeutender Mächtigkeit gewinnen die Oberhand und erst in den hangenden Partien dieser Abtheilung stellt sich regional wieder ein grösserer Reichthum an grünen Gesteinen, namentlich Serpentinen ein. Untergeordnet sind Rauchwacken, Dolomit, Gyps und Kalkstein innerhalb der ganzen Schieferhülle verbreitet.

Der tieferen Abtheilung der Schieferhülle gehören alle Gipfel des Monte-Rosa-Stockes, soweit sie nicht in das Gebiet des Centralkernes fallen, bis zum Theodul-Pass (3322 *m*) im W. an, so Zwillinge (4094 *m* und 4230 *m*) und Breithorn (4171 *m*) im Hauptkamme der Penninischen Alpen, Strahlhorn (4191 *m*) und Rimpfischhorn (4203 *m*) im Saasgrat, sowie die ganze Masse der Mischabelhörner. Auch das Nicolaithal selbst ist fast seiner ganzen Ausdehnung nach in diese untere Abtheilung der krystal-

linischen Schiefer eingeschnitten; nur bei der Ortschaft Zermatt, selbst erreichen die höheren Kalkphyllite die Thalsohle.

Über dieser tieferen Abtheilung der Schieferhülle folgt mit sehr flacher Lagerung die Gruppe der eigentlichen Kalkphyllite, der besonders in zwei Horizonten mächtige Kalksteinzüge eingelagert sind. Der Verlauf des oberen, durch seine Regelmässigkeit und seinen Zusammenhang über weite Strecken hin ausgezeichneten Zuges, der schon auf jeder besseren Photographie des bekannten Riffelhaus-Panoramas ins Auge fällt, kann als ein Leitfaden bei der Untersuchung über den Bau des Gebirges dienen. Man sieht denselben in dem Gebiete des Nicolaithales — die Verhältnisse im Turtmanthale habe ich keine Gelegenheit gehabt, kennen zu lernen — in den Osthängen des Brunnegghorns (3846 *m*) beginnen und die Schlucht des Biesgletschers in einer Mächtigkeit von 100 bis 200 *m* an der Stelle durchsetzen, wo das flache Firnfeld jenes Eisstromes in der Höhe von circa 3200 *m* in die steile Gletscherzunge übergeht. In seinem weiteren Verlaufe bildet dieser Kalkzug den Rücken des Schmalhorns (3377 *m*), zieht durch das Kar des Hohelicht als jene ausgeprägte Stufe, über welcher die beiden Schallenberg-Gletscher enden, setzt hierauf die Gipfel der Mettelhörner (3357 und 3410 *m*) zusammen, streicht durch die Triftkummen zum Untergabelhorn (3398 *m*) und dem Arben und Hochwänge-Gletscher entlang zum Schoenbühl, wo er unter dem Eise des Zmutt-Gletschers verschwindet. Er tritt wieder zu Tage unterhalb des Hörnli (2893 *m*), des Ausläufers der grossen Nordostkante des Matterhorns, und auf der anderen Seite des Nicolaithales in den Kalkauflagerungen, welche die Gipfelkuppen des Unter- und Ober-Rothhorns (3106 *m* und 3418 *m*) krönen.

Diese zusammenhängende Kalkmasse zeigt, von einigen wellenförmigen Biegungen untergeordneter Art abgesehen, eine ausserordentlich ruhige Lagerung und regelmässiges, ziemlich flaches W.-Fallen. Monte Rosa und Mischabelhörner bilden gewissermaassen zwei grosse Gewölbe, von welchen das letztere jedoch die tiefsten Schichtglieder nicht mehr zu Tage bringt. Zwischen beiden liegen in einer flachen Mulde, die sich gegen den Saasgrat zu ausspitzt, jüngere krystallinische Gesteine. Beide zusammen bilden den Untergrund der schalenförmig aufruhenden

Kalkphyllitgruppe und auf dieser wieder liegt wie auf einer flachen Schüssel, gleichfalls in sehr ruhiger Lagerung, der Arolla-Gneiss der sogenannten „Centralmasse des Wallis.“

Mag man von welchem Punkte des Nicolaithales immer gegen den Hochgebirgskamm im W. desselben ansteigen, stets findet man flach liegenden Arolla-Gneiss im Hangenden der krystallinischen Schiefer und Kalke. Besonders instructiv ist in dieser Beziehung ein Profil von Randa zur Spitze des Weisshorns (4512 *m*), wo man die Auflagerung der Arolla-Gneisse vom Rande des westlichen Schallenberg-Gletschers bis zum Schmalhorn (3377 *m*) beobachten kann und auch die Schichtung im Arolla-Gneiss deutlich hervortritt. Der Arolla-Gneiss liegt hier in einer Mächtigkeit von über 1200 *m* über den Kalkphylliten und die Gneissstraten fallen vollkommen concordant den Kalkbänken am Schmalhorn. Von der Thatsache, dass die flache Lagerung der Arolla-Gneisse bis zur Spitze des Weissborns (4512 *m*) anhält konnte ich mich durch eine Besteigung des Berges überzeugen Besonders klar ist die Schichtung in der Felskante des Ostgrates und der die beiden Schallenberg-Gletscher trennenden Seiten rippe ausgesprochen. Die Neigung des Schichtfalls ist nach W. gerichtet; sie beträgt in den Mischabelhörnern 30 bis 40° am Schmalhorn 25 bis 30°, am Weisshorn selbst nur wenig über 20° (vergleich Fig. 1).

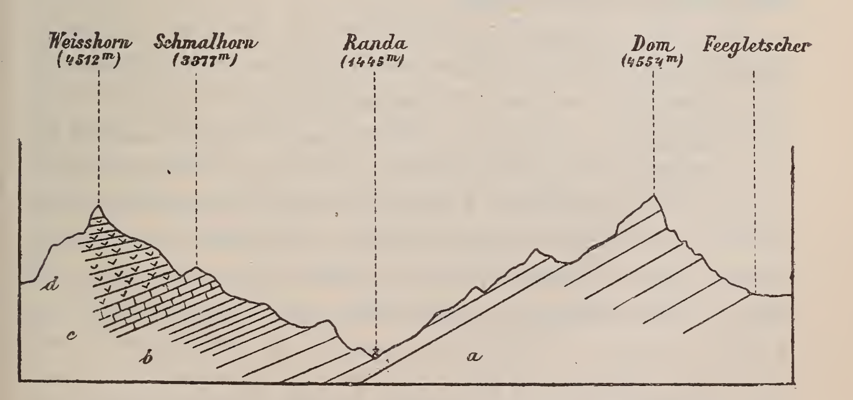


Fig. 1. Profil durch die Randzone der Arolla-Gneisse im Nicolai-Thal.
a Glimmerschiefer, Kalkphyllite und grüne Gesteine; *b* Kalkphyllite; *c* Kalkzüge innerhalb der Kalkphyllite; *d* Arolla-Gneiss.

Eine durch die Denudation von der Hauptmasse der Arolla-Gneisse losgelöste Scholle bildet die isolirte Pyramide des Matterhorns (4482 *m*). Die Beobachtungen Giordano's, der den Gipfel am 5. September 1868 von Breil im Val Tournanche aus erreichte, haben es ausser Zweifel gestellt, dass in der That der ganze Körper der eigentlichen Pyramide aus Talkgneiss besteht, der mehrfach mit Glimmer- oder Talkschiefern und Quarziten wechsellagert, geradeso wie der Arolla-Gneiss in der Kette der Dents. So bildet ein Band von leicht zerstörbarem Talkschiefer beispielsweise die „Cravatte", ein anderer jene ausgeprägte Schulter, aus der sich der prismatisch geformte Gipfelkopf erhebt und die im Nordostgrate des Berges durch die Achsel, im WSW-Grate durch den Pic Tyndall bezeichnet wird. Auch Einschaltungen von Serpentin treten regional in Talkgneiss des Matterhorns auf. Ich selbst fand solche unterhalb der höchsten Spitze auf der Zermatter Seite und auch Giordano erwähnt derselben. Die Gneisse selbst zeigen meist das Aussehen von Knoten- und Wacken-Gneissen, stellenweise aber auch eine ausgeprägt porphyrische Textur, so z. B. oberhalb der Achsel und in der Nähe der alten Cabane auf der Zermatter Seite des Berges. Die Einschaltung einer Linse von Gabbro unterhalb des Col du Lion in den Talkgneissen hat Giordano gleichfalls ausführlich beschrieben. Die ganze Mächtigkeit der Talkgneisse mag hier wohl gegen 1500 *m* betragen.

Für den innigen Zusammenhang der „Formation calcaréo-serpentineuse" mit den Talkgneissen spricht wohl am deutlichsten die concordante Lagerung und der allmälige Übergang der einen Schichtgruppe in die andere. Wenn man vom Hörnli (2893 *m*), dem Ausläufer des Nordostgrates, zur neuen Cabane (3298 *m*) am Fusse der eigentlichen Pyramide ansteigt, so quert man Kalkphyllite mit eingeschalteten Streifen von Kalk und Dolomit, hierauf grüne Chloritschiefer mit Adern von Serpentin und Quarz, dann kalkreiche Talkschiefer und Glimmerschiefer, in welchen Linsen von Talkgneiss zunächst nur untergeordnet auftreten, bis die letzteren nach und nach die Oberhand gewinnen und endlich das ganze Gestein in einen echten Talkgneiss übergeht. Von einer Überschiebungsfläche oder von Reibungsbreccien zwischen den Gesteinen der „Formation calcaréo-

serpentineuse“ und dem Talkgneiss ist nichts zu beobachten; vielmehr sind die Gneisse mit den grünen Schiefern in ihrem Liegenden innig verbunden und scheinen sich allmälig aus den letzteren zu entwickeln, ohne dass es möglich wäre, zwischen beiden eine scharfe Grenze zu ziehen.

H. de Saussure,[1] dem wir die ersten Mittheilungen über den Bau des Matterhorns verdanken, glaubte allerdings, dass die Serpentingesteine an der Basis der grossen Pyramide nicht den wirklichen Untergrund derselben bilden, sondern der Hauptmasse der Gneisse nur vorgelagert seien. Diese Ansicht ist jedoch durch Giordano's Untersuchungen als widerlegt zu betrachten. An einer thatsächlichen Überlagerung der krystallinischen Schiefer durch die Arolla-Gneisse am Matterhorn zweifelt selbst Gerlach nicht, wenn er gleich zur Erklärung derselben eine Überschiebung der, seiner Anschauung zufolge, älteren Gneisse über die Gesteine der „Formation calcaréo-serpentineuse“ heranzieht.[2]

Nach H. de Saussure's Beobachtungen fallen die Gneissschichten am Matterhorn unter einem Winkel von 45° nach SW. ein, während Forbes[3] eine fast horizontale Lagerung derselben zu erkennen glaubte. Dass letztere Ansicht die zutreffende sei, wird von Giordano bestätigt und auch ich halte eine ziemlich flache Lagerung der Schichten mit schwachem W.-Fallen für erwiesen. Doch ist zu bemerken, dass an der Ostflanke des Berges, auf die H. de Saussure's Beobachtungen sich beziehen, der Schichtfall in der That etwas steiler wird. Zugleich betont schon Forbes, dass die mittlere Partie der Westwand des Matterhorns starke Faltungen erkennen lasse. Auch Giordano erwähnt derselben, gibt indessen gleichzeitig der Meinung Ausdruck, dass sie nur untergeordnete, für die Tektonik des Gebirges im Grossen bedeutungslose Erscheinungen darstellen. Ausführlicher schilderte später Lindt[4] das „prächtig gewundene Felsband auf der dem Tiefenmatten-Gletscher zugekehrten Seite des

[1] H. de Saussure: „Voyages dans les Alpes“ §. 2243.

[2] Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz IX. S. 163 ff. und 172.

[3] Forbes: „Reisen in den Savoyer Alpen“ übersetzt von G. Leonhard, Stuttgart 1845, S. 314.

[4] Jahrbuch des Schweizer Alpen-Club 1874/75. S. 280.

Matterhorns, das der Annahme Giordano's von gleichmässig verlaufenden, wenig geneigten Schichten zu widersprechen scheint". Auf diese Angabe dürfte sich wohl auch Heim[1] beziehen, wenn er von den Faltungen am Westabhange des Matterhorns spricht, „die wie die Falten der Sedimentgesteine aussehen."

Um ein Urtheil über die Bedeutung jener Falten für die Structur des Matterhorns zu gewinnen, habe ich eine Ansicht der Westwand des Berges von Gipfel der Tête Blanche (3750 *m*) aufgenommen, die in der dieser Arbeit beiliegenden Tafel (II.) reproducirt erscheint. Die günstige Lage des Standpunktes und die theilweise Bedeckung des Matterhorns mit Neuschnee, der jede Felsleiste scharf hervortreten liess, gestattete, die einzelnen Faltungen selbst in ihren Details genau zu verfolgen. Wie schon H. de Saussure und Forbes erwähnen, fallen im Gneiss des Matterhorns zwei Partien durch ihre verschiedene Färbung auf, die eine durch ein dunkelgrünliches Colorit, die andere durch ein helles Isabellbraun. Scharfe Trennungslinien zwischen den beiden verschieden gefärbten Gesteinspartien sind jedoch nicht überall vorhanden. So geht die lichte Gesteinspartie, welche die italienische Spitze und den Pic Tyndall bildet, allmälig in die dunklere Masse des Gipfelkopfes über. Nur die lichten Gesteinspartien zeigen deutliche Faltungen, in den dunkeln treten solche wahrscheinlich wegen der eintönigeren Färbung nicht hervor. Am schönsten ausgeprägt sind jene drei Falten links vom „Grossen Thurm", die schon Lindt beschrieb, und deren südwärts gerichtete Gewölbebiegungen sich vorzüglich abheben. Parallele Falten lassen sich durch die Westwand noch weiter bis gegen Penhall's Couloir hin verfolgen. Eine secundäre Falte derselben Art scheint auch in den WSW-Grat fortzusetzen und in einem Wechsel des Schichtfalles am „Grossen Thurm" sich widerzuspiegeln. Schon Whymper[2] bemerkte das auffallend starke W.-Fallen der Schichten auf der Strecke vom Col du Lion bis zum „Grossen Thurm", während an dem letzteren Punkte die Gneissstraten plötzlich gegen O. einschiessen. Ober-

[1] A. Heim: „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung" II. S. 138.

[2] E. Whymper: „Berg und Gletscherfahrten". Braunschweig 1872, S. 350.

halb des „Grossen Thurmes“ herrscht wieder das normale W. Fallen. Auch in der Nordwand des Matterhorns glaubte ich unterhalb der Achsel zwischen dieser und dem Zmuttgrat eine Umbiegung der Schichten zu erkennen, wage es jedoch nicht die Existenz einer solchen mit Bestimmtheit zu behaupten. Die untere Hälfte des Berges vom Col du Lion bis zum Zmuttgrat zeigt nur an einer Stelle, links von Penhall's Couloir, eine deutliche Falte; im übrigen verlaufen die Schichten meist flach und ohne stärkere Krümmungen.[1] An der Basis der Tête du Lion (3723 *m*) tritt die Linse von Gabbro und grünem Schiefer hervor, die Giordano auf der Südseite des Matterhorns beim Aufstiege vom Glacier du Lion zum gleichnamigen Col querte, und die in der Gletscherinsel des Stockje und den Abhängen unter dem Schönbühl und Hochwänge-Gletscher ihre Fortsetzung findet. Die Tête du Lion selbst (3723 *m*), sowie die ganze Masse der Dent d'Hérens (4180 *m*) bestehen bereits wieder aus Arolla-Gneiss, desgleichen die Felsen des Col d'Hérens (3480 *m*) wie dies schon Forbes constatirte.

Das Auftreten von Faltungen im Arolla-Gneiss der Matterhorn-Pyramide widerspricht meiner Ansicht nach den Anschauungen von Giordano über den Bau des Gebirges in keiner Weise. Die Lagerung des letzteren ist im grossen Ganzen nichtsdestoweniger eine flache und jene Faltungen und Krümmungen im Arolla-Gneiss sind lediglich secundärer Art, bedingt durch eine grössere Plasticität des Gesteinsmaterials. Die massigen Schichtbänke der den Kalkphylliten untergeordneten Kalkzüge vom Brunnegghorn bis zum Hörnli bilden eine regelmässig einfallende, mässig geneigte Platte und erst in den darüber liegenden Arolla-Gneissen finden sich intensivere Faltungen. Die Arolla-Gneisse des Matterhorns sind wahrscheinlich, ihrer grösseren Plasticität entsprechend, in Folge ihrer eigenen Schwere in Falten zusammengestaut worden, während ihre Unterlage dem Druck der hangenden Gebirgsmassen durch ihre

---

[1] Um ein Bild von den Grössenverhältnissen der hier geschilderten Erscheinungen zu geben, sei bemerkt, dass die Höhe der Westwand des Matterhorns von der Spitze bis zur Basis am Ausgange des Penhall-Couloirs ungefähr 1350 *m* beträgt.

grössere Sprödigkeit widerstand und ihre ursprüngliche regelmässige Lagerung bewahrte. Das Verhältnis der intensiv gefalteten Liasbildungen auf der Tofana und im Triglav-Gebiete [1] zu den söhlig gelagerten Dachsteinkalken ist ein durchaus analoges. Die Erscheinung ist „viel zu allgemein, um eine aussergewöhnliche dynamische Einwirkung in diesem Falle nothwendig erscheinen zu lassen".[2]

Die wenigen Beobachtungen, die ich aus dem Westrande des Verbreitungsgebietes der Arolla-Gneisse mitzutheilen habe, stehen mit den am Matterhorn und im Nicolaithale gewonnenen Erfahrungen durchaus im Einklang. Auch in der Umrandung des Val de Bagnes liegen die Arolla-Gneisse allenthalben concordant auf den krystallinischen Schiefergesteinen. An keiner Stelle, soweit ich die Centralmasse des Wallis untersucht habe, sieht man jemals das umgekehrte Verhältnis eintreten.

Das Grundgebirge bildet in der Umgebung des Val de Bagnes ein N.-S. streichender Zug von Glimmerschiefern, die in der Masse des Grand Combin (4317 *m*) culminiren und local, wie bei Bourg Saint Pierre im Val d'Entremont, in echten Gneiss übergehen. Diese Gruppe von älteren Glimmerschiefern bricht gegen W. an einer grossen SSW-NNO. gerichteten Störung gegen die Anthracitschiefer des Col de la Séréna und Col de Fenêtre (2699 *m*) ab. Es ist dies die Fortsetzung jener Bruchlinie, die Baretti bei seiner Aufnahme der Gruppe des Gran Paradiso nach S. über das Aosta-Thal hinaus bis zum Kleinen St. Bernhard verfolgte, die Lory als die Grenzlinie zwischen der mittleren und inneren Zone der Westalpen bezeichnete und deren Verhältnisse kürzlich von Zaccagna und Mattirolo eingehend untersucht wurden. Über den Glimmerschiefern des Grand Combin folgen die Kalkphyllite und grünen Gesteine der Aiguilles vertes de Valsorey, des Mont Avril (3341 *m*), Tournelon blanc (3712 *m*) und Mont Pleureur (3706 *m*). Das höchste Schichtglied bilden wieder die Arolla-Gneisse des Mont-Gelé, der Pointe d'Hautemma (3394 *m*), der Rouinette (3879 *m*) und des Montblanc de Seillon

[1] Jahrbuch d. k. k. Geol. Reichs-Anstalt 1884, S. 686.

[2] E. v. Mojsisovics: „Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien" Wien 1879. S. 289.

(3871 *m*). Das Fallen der Schichten ist im Hintergrunde des Val de Bagnes vorwiegend nach SO. gerichtet. Ein allmäliger Übergang der grünen Schiefer mit ihren Einschaltungen von Serpentin in die Arolla-Gneisse lässt sich an den Gehängen der Rouinette gegen den Glacier de Lyre-Rose beobachten. Das Profil vom Mont Pleureur über den Col du Mont Rouge zu dem letzteren Gipfel ist das schönste im Val de Bagnes. Die grauen und grünen Kalkphyllite des Mont Pleureur fallen 30 bis 40° SO. Die Basis der Rouinette bilden Serpentingesteine und grüne Schiefer, aus denen sich die Arolla-Gneisse allmälig entwickeln. Eine Andeutung von Überschiebungsflächen ist hier ebensowenig als an der Route vom Hörnli zum Matterhorn vorhanden. Noch in dem Gipfelgrate der Rouinette sind den Arolla-Gneissen Züge von Serpentin eingeschaltet.

Fasst man die Ergebnisse der hier mitgetheilten Beobachtungen zusammen, so zeigt sich, dass keine derselben mit der von Giordano vertretenen Auffassung des Gebirgsbaues der Walliser Alpen im Widerspruch steht. Gerlach vermag für die Anschauung, dass die Arolla-Gneisse den Kern einer fächerförmig gebauten Centralmasse bilden, nur zwei Argumente anzuführen, die senkrechte Schichtstellung der Arolla-Gneisse im Centrum ihres Verbreitungsgebietes und eine Beobachtung am Col de l'Allée (3095 *m*) in der Randzone des Massivs, wo das Auftreten eines stark zerklüfteten, talkigen Gesteins an der Grenze zwischen dem Gneiss und den grünen Schiefern und die Häufigkeit von Rutschspiegeln im Gneiss selbst für eine Überschiebung des letzteren sprechen sollen.[1] Die Annahme einer steilen Schichtstellung der Arolla-Gneisse im mittleren Theile der Centralmasse erscheint durch die Beobachtungen in der Kette der Dents widerlegt, wo flache Lagerung herrscht und der Eindruck einer Fächerstructur durch Cleavage erzeugt wird. Gegen eine Überschiebung der Arolla-Gneisse über die krystallinischen Schiefer der „Formation calcaréo-serpentineuse“ am Aussenrande des Massivs sprechen vor allem die Verhältnisse in der Umrandung des Nicolaithales, insbesondere an der Basis des Matterhorns, wo man die Gesteine der Kalkphyllit-Gruppe

[1] Gerlach: l. c. S. 129.

allmälig in die Arolla-Gneisse der Gipfelpyramide übergehen sieht. Dass eine scharfe Trennung der Gneisse von den grauen und grünen Schiefern nicht möglich sei, hat schon Studer[1] betont, indem er wiederholt hervorhob, dass „mit deutlich entwickeltem, talkigem Gneiss stets wieder grüne und graue Schiefer oder Kalksteine abwechseln und bis in den inneren Kern der Masse eindringen und dass auch dasselbe Stratum in seinem Fortstreichen sich bald als talkiger Gneiss, bald als gewöhnlicher Talk- oder Chloritschiefer zeigt."

Das Auftreten eines Horizonts von jüngeren Talk-Gneissen über älteren Glimmergneissen und von den letzteren durch eine mehr minder mächtige Zone krystallinischer Schiefer getrennt, steht in den Walliser Alpen bekanntlich durchaus nicht vereinzelt da. Es ist das Verdienst Gastaldi's[2] eine Gliederung der krystallinischen Bildungen in Fundamentalgneisse, grüne Gesteine und jüngere Gneisse für den italienischen Antheil der Westalpen nachgewiesen zu haben. Für die Centralmasse des Gran Paradiso hat M. Baretti[3] an einer Reihe von Profilen gezeigt, dass jüngere Gneisse hier der Schieferhülle untergeordnet auftreten und durch einen mächtigen Complex grüner Gesteine von dem tiefsten Gliede des Grundgebirges, dem Fundamentalgneiss, getrennt werden. Eine wesentliche Bestätigung und Ergänzung erfahren die Mittheilungen von Gastaldi, Baretti und Giordano über die Gliederung der krystallinischen Bildungen in den Westalpen durch die schönen Arbeiten von Zaccagna und Mattirolo[4] über den Gebirgsbau der cottischen Alpen. Auch hier bildet den Kern eine grosse Anticlinale von Glimmergneiss geradeso, wie in den Centralmassen des Gran Paradiso und Monte Rosa. Darüber folgen Glimmerschiefer und Kalkphyllite, denen die eigentlichen grünen Gesteine, sowie Talkgneisse untergeordnet erscheinen. Bemerkenswerth ist, dass hier noch über

---

[1] Studer: „Geologie der Schweiz" I. Th. S. 211.

[2] B. Gastaldi: „Studii geologici sulle Alpi occidentali." I., Firenze 1871 und II., Firenze 1874.

[3] M. Baretti: „Studii geologici sul Gruppo del Gran Paradiso", Torino 1877.

[4] D. Zaccagna: „Sulla geologia delle Alpi occidentali." Boll. Com. Geol. d'Italia, 1887, Nr. 11—12.

jenem Niveau der krystallinischen Schieferserie, das durch die Einschaltung von Talkgneissen ausgezeichnet ist, eine grosse Masse von Kalkphylliten auftritt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass den letzteren in den Walliser Alpen die „Valpellina-Gesteine“ Gerlach's entsprechen, die eine regelmässige Mulde zwischen den Flügeln der Arolla-Gneisse im N. und S. des Val Pellina darstellen. Am Simplon wird eine grosse Anticlinale von Glimmergneiss (Antigorio-Gneiss) von einer Schieferhülle regelmässig überlagert, der am Monte Leone jüngere Talkgneisse eingeschaltet sind.[1] Die Lagerungsverhältnisse sind hier, wie ich aus eigener Anschauung zu bestätigen vermag, besonders klar und einfach. „Man kann sich kaum ein schöneres regelmässiger gebautes Gewölbe vorstellen, als dasjenige, welches im Simplongebiete die krystallinischen Schiefer bilden“.[2] In der Bernina-Gruppe tritt in der südöstlichen Umrandung des Fexthales ebenfalls ein jüngerer Horizont von Talkgneissen über Gesteinen der Kalkphyllit-Gruppe auf, deren Liegendes Glimmergneisse bilden.[3] In den Westtiroler Alpen erreichen nach Stache's[4] Untersuchungen in der Umrandung des Vintschgau, insbesondere zwischen Schluderns, und Schlanders, Talkgneisse (Wackengneisse) eine bedeutende Ausbreitung, die über den Gneissphylliten liegen und in directer Verbindung mit den höheren Quarzphylliten, Thonschiefern und grünen Schiefern der paläolithischen Reihe stehen. Stache hebt die Übereinstimmung derselben in ihrer Ausbildungsweise mit dem Arolla-Gneiss nach der Beschreibung Studer's ausdrücklich hervor. „In dieselbe Gruppe gehören die Knoten- und Augengneisse, welche in den Gebirgsabschnitten der rechten Etschthalseite die Thonglimmerschiefer und grünen

---

[1] Étude géologique sur le nouveau projet de tunnel coudé traversant le massif du Simplon. Expertise d'août 1882 de MM. A. Heim, Ch. Lory, T. Taramelli et E. Renevier, Lausanne 1882.

[2] Heim: „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung“ II., S. 140.

[3] Sitzungsber. d. Kais. Akademie d. Wiss. in Wien, math. nat. Classe Bd. XCVII., 1888. S. 620.

[4] Stache und John: „Geologische und petrographische Beiträge zur Kenntniss der älteren Eruptiv- und Massengesteine der Mittel- und Ostalpen.“ I. Th. Jahrb. k. k. Geol. Reichs-Anstalt 1877, S. 169 und 183 ff.

Schiefer theils unterlagern, theils ersetzen und mit denselben Theobald's Casannaschiefer-Complex darstellen.“ Nach E. v. Mojsisovics[1] dürfte die Gliederung der krystallinischen Gesteine im Sinne Gastaldi's auch in den Centralmassen der Ostalpen allgemeinere Geltung besitzen, doch ist es bisher nicht gelungen, das Niveau der jüngeren Talkgneisse über älteren Gneissphylliten östlich vom Brenner mit Sicherheit nachzuweisen.

Über das Alter der Arolla-Gneisse spricht sich Giordano mit einiger Zurückhaltung aus, neigt jedoch der Ansicht zu, dass die „Formation calcaréo-serpentineuse“ den „Schistes lustrés“ Lory's entspreche, woraus der Schluss auf ein triassisches Alter jener Formation gezogen werden könnte. Auch Gerlach hat einen Theil derselben als „Graue Schiefer“ zur Trias gestellt und Carez und Vasseur[2] sind ihm in dieser Deutung gefolgt. Nach den für die Kenntniss der stratigraphischen Verhältnisse der Westalpen maassgebenden Arbeiten von Zaccagna und Mattirolo, die für eine Trennung der echten triassischen „Schistes lustrés“ von älteren, lithologisch ähnlichen Bildungen genügende Anhaltspunkte ergeben haben, erscheint eine solche Parallelisirung ausgeschlossen. Ebensowenig lässt sich die Auffassung der den Kalkphylliten des Zermatter Gebietes eingelagerten Kalkzüge als Jura rechtfertigen, wie sie in der geologischen Karte der Schweiz (Blatt XXIII) zur Geltung gebracht erscheint. Studer's[3] Ausspruch: „In dem ganzen von der Rhône und der südlichen Wasserscheide begrenzten Gebiete vom Grossen St. Bernhard bis zum Nufenen-Pass ist noch keine Spur von Ammoniten oder Belemniten gefunden worden“; besteht auch heute noch zu Recht. Es spricht für die Annahme, dass jene Kalke einer jüngeren Epoche der Erdgeschichte angehören, keine einzige Thatsache, wohl aber stellen einer solchen Auffassung die Lagerungsverhältnisse, wie aus den voranstehenden Schilderungen hervorgeht, kaum zu überwindende Schwierig-

---

[1] Verhandl. k. k. Geol. Reichs-Anstalt 1871, S. 360.

[2] L. Carez et G. Vasseur: „Carte géologique de la France“, Feuille IX. SE.

[3] „Geologie der Schweiz“, I. Th., S. 366.

keiten entgegen.[1] Die „Formation calcaréo-serpentineuse" sowohl als die Arolla-Gneisse, die ja nur einen Ersatz der ersteren auf eine grössere Erstreckung hin darstellen, sind zweifellos älter, als die pflanzenführenden Anthracitbildungen des Piemont und Wallis, die allenthalben mit Discordanz an dieselben herantreten.[2] Anhaltspunkte für ein paläozoisches Alter eines Theiles jener Schieferhülle sind bisher nicht in genügendem Maasse vorhanden. Gerade jener Fund im Sericitgneiss von Guttannen, an den man in dieser Beziehung besondere Erwartungen knüpfen zu dürfen glaubte, hat durch die neuesten Mittheilungen von Baltzer,[3] der die organische Natur des stammähnlichen Gebildes als mindestens fragwürdig bezeichnet, an Bedeutung wesentlich eingebüsst.

Der Gebirgsbau der Walliser Alpen oder zum mindesten des mittleren Abschnittes derselben stellt sich nach der Auffassung Giordano's, für deren Begründung ich hier einige neue Argumente beizubringen versuchte, wesentlich einfacher dar, als nach derjenigen von Desor und Gerlach. Die „Centralmasse des Wallis" wäre nach den mitgetheilten Beobachtungen aus der Reihe der alpinen Centralmassen zu streichen, da die Arolla-Gneisse keinen selbstständigen Centralkern, sondern nur ein Glied der Schieferhülle des Monte Rosa bilden, dessen wenig gestörte, gewölbeartige Lagerung der Schichten die Brüder

---

[1] Auch E. Renevier. (Histoire géologique de nos Alpes Suisses, Extrait des Archives des sciences de Genève, 1887) zieht diese Kalkzüge zum Jura (S. 43), obwohl dieselben niemals Fossilien geliefert haben, indem er behauptet, dass man jene Kalkzüge bis zum Grand Moëvran verfolgen könne, wo jurassische Fossilien vorhanden seien. Dem gegenüber mag betont werden, dass der supponirte Zusammenhang der Kalke des Grand Moëvran mit jenen bei Zermatt durchaus hypothetischer Natur ist.

[2] D. Zaccagna: l. c. p. 414 ff.

[3] A. Baltzer: „Das Aarmassiv (mittlerer Theil) nebst einem Abschnitt des Gotthardmassivs." Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 24. Lieferung, 1888. p. 161. Auch T. G. Bonney (Geological Magazine II. ser. Vol. X. 1883. p. 507, u. III. ser. Vol. II. p. 494) hat die krystallinischen Schiefer und Gneisse der Südalpen stets für älter erklärt, als die ältesten, organische Reste führenden Schichten in den Alpen.

Schlagintweit[1] schon vor vielen Jahren erkannt und die Untersuchungen von Giordano und Gastaldi se ther bestätigt haben. Die Tektonik der Walliser Alpen schliesst sich nunmehr derjenigen der grossen Centralmassen auf der Innenseite des westalpinen Bogens an, die durch einen relativ einfachen, vorwiegend anticlinalen Bau ausgezeichnet sind, während das Auftreten complicirter Faltensysteme und Fächerstructur, wie Lory[2] und E. v. Mojsisovics[3] wiederholt betonten, auf die Centralmassen der äusseren alpinen Zone beschränkt erscheinen.

---

[1] A. und H. Schlagintweit: „Neue Untersuchungen in den Alpen.“ S. 161.

[2] Ch. Lory: „Essai sur l'orographie des Alpes occidentales, considérée dans ses rapports avec la structure géologique de ces montagnes.“ Paris et Grenoble, 1878.

[3] Verhandlungen d. k. k. Geol. Reichs-Anstalt 1871. S. 362.



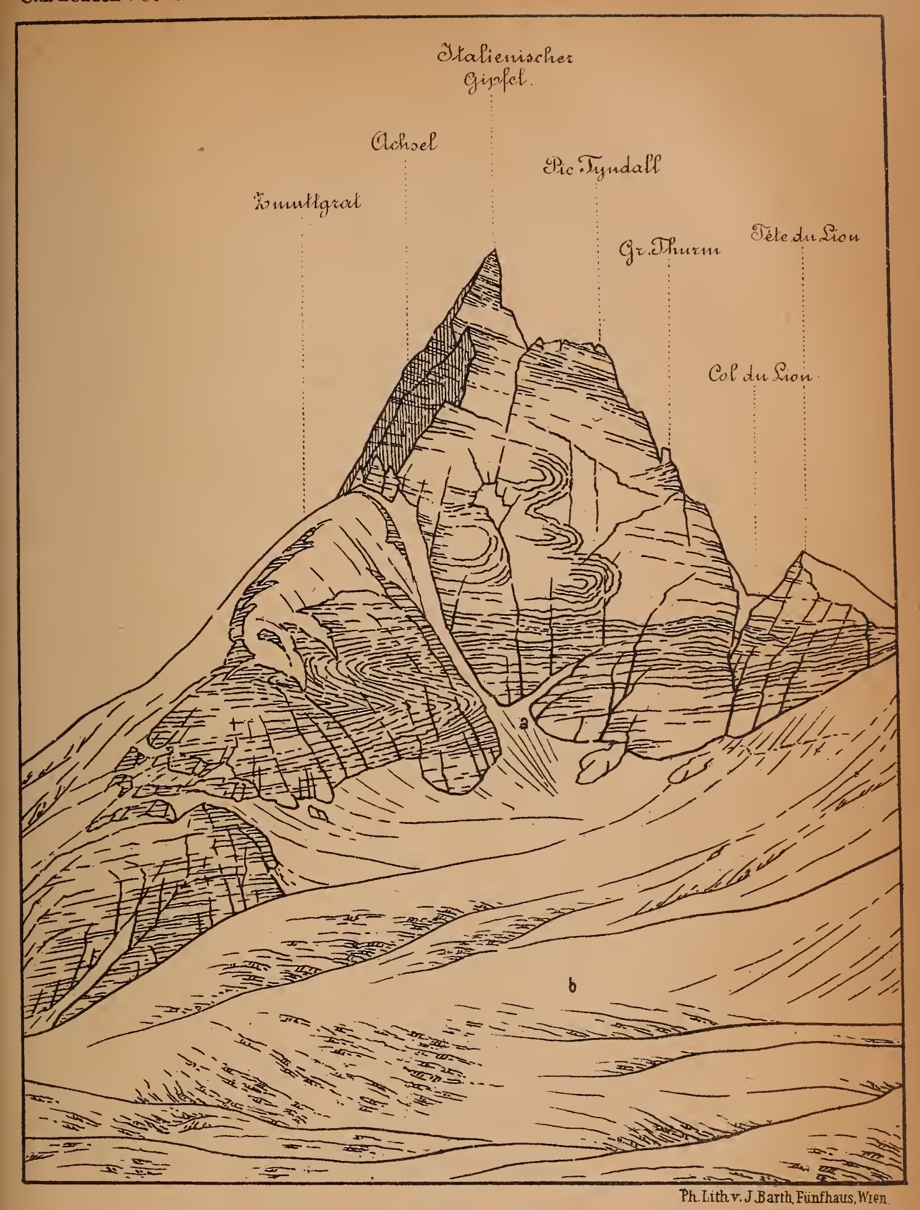
Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus, Wien.

Cleavage und Schichtung in der Kette der Dents.

(Standpunkt: Pas des Chèvres ca. 2800 m.)

a = Glacier de la Za. b = Gl. des Doves Blanches. c = La Maja (3047 m)





Schichtfaltungen in der Westwand des Matterhorns.

(Standpunkt: Tête Blanche 3750 m)

a = Penhall's Couloir b = Tiefenmatten Gletscher.